

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-244178
(P2003-244178A)

(43) 公開日 平成15年8月29日 (2003.8.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 4 L 12/44	2 0 0	H 0 4 L 12/44	2 0 0 5 K 0 3 3

審査請求 有 請求項の数23 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-8594(P2003-8594)
(22) 出願日 平成15年1月16日 (2003.1.16)
(31) 優先権主張番号 P 2 0 0 2 - 2 7 6 5
(32) 優先日 平成14年1月17日 (2002.1.17)
(33) 優先権主張国 韓国 (K R)

(71) 出願人 390019839
三星電子株式会社
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘洞416
(72) 発明者 李 民孝
大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞ビョック
クジョクゴル9団地住公アパート902棟506
號
(72) 発明者 朴 泰誠
大韓民国京畿道水原市八達区靈通洞極東ア
パート612棟1201號
(74) 代理人 100067644
弁理士 竹内 裕

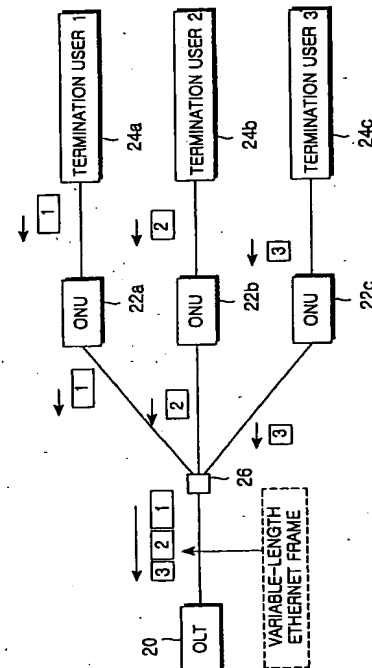
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ギガビットイーサネット (登録商標) 受動光加入者網システムにおける動作具現方法及びそのイーサネット (登録商標) フレーム構造

(57) 【要約】

【課題】 ギガビットイーサネット (登録商標) GE-PON (Gigabit Ethernet (登録商標) -Passive Optical Network) システムにおける動作具現方法及びそのエサネットフレーム構造を提供する。

【解決手段】 本発明によるGE-PONシステムは、可変長イーサネット (登録商標) フレームを基にして上向き及び下向きフレームを構成し、点对多点連結のツリー構造で上向き伝送に対してはTDM (Time Division Multiplexing) 方式を採用する。このため、本発明はGE-PONシステムでギガビットイーサネット (登録商標) トラフィックを効率的に收容することのできる可変長イーサネット (登録商標) フレームフォーマットの構造を提供し、この可変長イーサネット (登録商標) フレームに関連するGE-PON機能実行過程、すなわち、初期ONU登録、追加ONU登録、レンジング及び動的帯域幅割当て等の過程を行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるギガビットイーサネット（登録商標）GE-PONシステムの動作具現方法において、

(a) OLTが初期駆動後に周期的に同期信号を複数のONUの各々に伝送して複数のONUの各々が前記周期的に伝送される同期信号の中の一つに同期を合わせる過程と、

(b) 前記同期信号の中の一つに同期を合わせたONUが、グラント（上向きデータ伝送機会割当て）フレームに含まれた初期登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長さを把握し、前記初期登録要求フレームの伝送時点に他のONUとのデータ衝突を避けるためのランダム遅延以後、前記初期登録要求フレームを前記OLTへ伝送する過程と、

(c) 前記初期登録要求フレームを受けたOLTが、前記グラントフレームに与えた初期登録要求フレームの伝送開始時点から予想される予想フレーム到着時間と実際フレーム到着時間との差を計算し、ランダム遅延値を用いてRTTを計算する過程と、

(d) 前記RTTの計算後、前記OLTが、ONUリストにONU登録を要求するONUを登録し、そのONUの各々に対する新たなONU IDを与えた後、前記新たなONU ID及び前記RTTを含む登録応答フレームを、ONU登録を要求するONUへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項2】 前記登録応答フレームを受けたONUが下向き及び上向き遅延による同期化誤差を前記登録応答フレームに含まれたRTTを用いて補正する(e)過程をさらに備える請求項1記載のGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項3】 前記同期信号の中の一つに同期を合わせたONUが、前記グラントフレームに含まれた初期登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長さを把握する前に、グラントタイプフィールドの値が前記初期登録要求のグラントを示す値に設定されているかを判断する(f)過程をさらに備える請求項1記載のGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項4】 前記初期登録要求フレームには、ONU登録を要求するONUを示すためにイーサネット（登録商標）MACハードウェアアドレスが臨時ONU IDとして含まれている請求項1記載のGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項5】 前記RTTは、前記実際フレーム到着時間－前記予想フレーム到着時間－前記ランダム遅延値の値である請求項1記載のGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項6】 OLT、受動素子である光スプリッタか

らなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムの動作具現方法において、

(a) 前記複数のONUが前記OLTの同期信号に基づいて同期を合わせ、前記OLTと前記複数のONUとがデータを送受信する過程と、

(b) 前記複数のONUのうち、新たに駆動された少なくとも一以上のONUが下向き伝送同期信号に同期を合わせる過程と、

(c) 前記同期信号に同期を合わせた新たに駆動されたONUが、グラントフレームに含まれた追加登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長さを把握し、前記追加登録要求フレームの伝送時点に前記追加登録要求フレームをOLTへ伝送する過程と、

(d) 前記追加登録要求フレームを受けたOLTが、前記グラントフレームに与えた追加登録要求フレームの伝送開始時点から予想される予想フレーム到着時間と実際フレーム到着時間との差を計算し、ランダム遅延値を用いてRTTを計算する過程と、

(e) 前記RTTの計算後、前記OLTが、ONUリストに追加ONU登録を要求するONUを登録し、そのONUの各々に対する新たなONU IDを与えた後、前記新たなONU ID及び前記RTTを含む登録応答フレームを、追加ONU登録を要求するONUへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項7】 前記登録応答フレームを受けたONUが下向き及び上向き遅延による同期化誤差を前記登録応答フレームに含まれたRTTを用いて補正する(f)過程と、

前記登録応答フレームを受けていないONUが、ランダムバックオフアルゴリズムを用いて自分の追加登録に対する追加登録要求フレームを所定の回数だけ再伝送する(i)過程、追加登録グラントフレームを受ける(ii)過程及び前記追加登録要求フレームを上向き伝送する(iii)過程を行う(g)過程と、をさらに含む請求項6記載のGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項8】 OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムの動作具現方法において、

(a) 外部変数により発生する誤差を補正するために前記OLTが、レンジング機会を有するONU ID、グラント開始時間及びグラント時間長さに関連する情報を含むグラントフレームを複数のONUへ伝送する過程と、

(b) 前記グラントフレームを受けたONUが次のレンジンググラント開始時点にレンジング要求フレームをOLTへ伝送する過程と、

(c) 前記レンジング要求フレームを受信したOLTが、グラントフレームに与えたレンジング要求フレームの伝送開始時点から予想される予想到着時間と実際に到着

時間との差を用いて誤差を計算し、その計算誤差に基づいた誤差補正值を含むレンジング応答フレームを、レンジングを要求するONUへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項9】 前記グラントフレームを受けたONUが前記グラントフレームに含まれた誤差補正值を用いて外部変数により発生する誤差に対する精密補正を行う(d)過程をさらに含む請求項8記載のGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項10】 OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムの動作具現方法において、

(a) 帯域割当て要求機会を与えるために前記OLTが、登録ONUの個数、帯域割当て要求機会を有するONU ID、周期的レンジング補正值、グラントタイムオフセット及び伝送時間長さに関連する情報を含むグラントフレームを複数のONUへ伝送する過程と、

(b) 前記グラントフレームを受けたONUが次の帯域割当て要求時点に現在の伝送待機バッファサイズに関連する情報を含む帯域割当て要求フレームをOLTへ伝送する過程と、

(c) 前記グラントフレームを受けたONUが、前記帯域割当て要求フレームを伝送した後、前記伝送時間長さ情報に基づいた伝送時間長さの間に伝送待機中のデータをOLTへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法。

【請求項11】 OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、前記OLTと複数のONUとの間で伝送される可変長イーサネット(登録商標)フレームの構造において、
パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、
パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、
前記パケットの種類によるPONヘッダー内容が記録されるPONヘッダー内容フィールドと、
前記パケットの種類によるパケットデータが記録されるPDUフィールドと、を備えてなることを特徴とする可変長イーサネット(登録商標)フレームの構造。

【請求項12】 前記パケットの種類には、イーサネット(登録商標)PDUパケット、ATM-PDUパケット及びPON機能収容のためのPON専用パケットが含まれる請求項11記載の可変長イーサネット(登録商標)フレームの構造。

【請求項13】 前記パケットの種類がイーサネット(登録商標)PDUに該当するPONヘッダー内容フィールドは、
空データフィールドと、

前記OLTが下向きパケットを伝送する場合にパケット受信するONUを示すONU IDと、前記複数のONUが上向きパケットを伝送する場合にパケット送信するONUを示すONU IDとが記録されるONU IDフィールドと、

前記イーサネット(登録商標)PDU長さとはヘッダー長さとを含む全体長さ情報が記録される長さフィールドと、

10 前記イーサネット(登録商標)PDUを除いたヘッダーエラー点検情報が記録されるHCSフィールドと、を含む請求項12記載の可変長イーサネット(登録商標)フレームの構造。

【請求項14】 前記パケットの種類がATM-PDUに該当するPONヘッダー内容フィールドは、

空データフィールドと、

前記OLTが下向きパケットを伝送する場合にパケット受信するONUを示すONU IDと、前記複数のONUが上向きパケットを伝送する場合にパケット送信するONUを示すONU IDとが記録されるONU IDフィールドと、

20 前記ATM-PDU長さとはヘッダー長さとを含む全体長さ情報が記録される長さフィールドと、

前記ATM-PDUを除いたヘッダーエラー点検情報が記録されるHCSフィールドと、を含むことを特徴とする請求項12に記載の可変長イーサネット(登録商標)フレームの構造。

【請求項15】 OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、前記OLTと前記複数のONUとの間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、ONU登録要求のための登録要求フレームの構造において、
パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、

パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、
PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、

40 ONU登録要求時の臨時ONU IDが記録される臨時ONU IDフィールドと、

ONU登録要求パケット間の衝突を避けるためにランダム遅延情報が記録されるランダム遅延フィールドと、
登録要求フレームのエラー点検のためにCRC情報が記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造。

【請求項16】 前記臨時ONU IDはイーサネット(登録商標)MACハードウェアアドレスを有する請求項15記載のフレーム構造。

50 【請求項17】 前記ランダム遅延フィールドのランダム遅延情報が追加登録要求時には空データ値となる請求

項 15 記載のフレーム構造。

【請求項 18】 OLT、受動素子である光スプリッタからなる ODN 及び複数の ONU を少なくとも備える GE-PON システムで、前記 OLT と前記複数の ONU との間で伝送される PON 機能実行のための PON 機能制御フレームのうち、ONU 登録応答のための登録応答フレームの構造において、
パケットの開始を知らせる情報が記録される SOP フィールドと、
パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、
PON 機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、
ONU 登録要求時の臨時 ONU ID が記録される臨時 ONU ID フィールドと、
前記 OLT により新たに与えられた ONU ID が記録される登録 ONU ID フィールドと、
前記 OLT と前記複数の ONU の中の対応 ONU との RTT が記録される RTT フィールドと、
登録応答フレームのエラー点検のために CRC 情報が記録される HCS フィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造。

【請求項 19】 OLT、受動素子である光スプリッタからなる ODN 及び複数の ONU を少なくとも備える GE-PON システムで、前記 OLT と前記複数の ONU との間で伝送される PON 機能実行のための PON 機能制御フレームのうち、レンジング要求のためのレンジング要求フレームの構造において、
パケットの開始を知らせる情報が記録される SOP フィールドと、
パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、
PON 機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、
レンジングを要求する ONU ID が記録される ONU ID フィールドと、
レンジング要求フレームのエラー点検のために CRC 情報が記録される HCS フィールドとを備えてなることを特徴とするフレーム構造。

【請求項 20】 OLT、受動素子である光スプリッタからなる ODN 及び複数の ONU を少なくとも備える GE-PON システムで、前記 OLT と前記複数の ONU との間で伝送される PON 機能実行のための PON 機能制御フレームのうち、レンジング応答のためのレンジング応答フレームの構造において、
パケットの開始を知らせる情報が記録される SOP フィールドと、
パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、
PON 機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制

御タイプフィールドと、
レンジングを要求する ONU ID が記録される ONU ID フィールドと、
レンジング後の誤差補正値が記録される誤差補正値フィールドと、
レンジング応答フレームのエラー点検のために CRC 情報が記録される HCS フィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造。

【請求項 21】 OLT、受動素子である光スプリッタからなる ODN 及び複数の ONU を少なくとも備える GE-PON システムで、前記 OLT と前記複数の ONU との間で伝送される PON 機能実行のための PON 機能制御フレームのうち、帯域割当て要求のための帯域割当て要求フレームの構造において、
パケットの開始を知らせる情報が記録される SOP フィールドと、
パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、
PON 機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、
帯域割当てを要求する ONU ID が記録される ONU ID フィールドと、
帯域割当てを要求する ONU の現在伝送待機中のバッファサイズを示す情報が記録されるキュー長さフィールドと、
帯域割当て要求フレームのエラー点検のために CRC 情報が記録される HCS フィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造。

【請求項 22】 OLT、受動素子である光スプリッタからなる ODN 及び複数の ONU を少なくとも備える GE-PON システムで、前記 OLT と前記複数の ONU との間で伝送される PON 機能実行のための PON 機能制御フレームのうち、対応 ONU へ上向きデータを伝送する機会を与えるためのグラントフレームの構造において、
パケットの開始を知らせる情報が記録される SOP フィールドと、
パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、
PON 機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、
前記 OLT が上向きデータ伝送機会を割当てる ONU の個数情報が記録されるフィールドと、
前記グラントフレームを受信する ONU の ID が記録される ONU ID フィールドと、
グラントタイプ情報が記録されるグラントタイプフィールドと、
ONU データ伝送開始時点情報が記録されるグラントタイムオフセットフィールドと、
伝送時間長情報が記録されるグラントタイム長さフィ

ールドと、
周期的レンジング補正值が記録される周期的レンジング
補正值フィールドと、

前記グラントフレームのエラー点検のためにCRC情報が
記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを
特徴とするフレーム構造。

【請求項 23】 OLT、受動素子である光スプリッタ
からなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるG
E-PONシステムで、前記OLTと前記複数のONU
との間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能
制御フレームのうち、維持管理及び補守のためのOAM
フレームの構造において、

パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフ
ールドと、

パケットの種類を区別するための情報が記録されるパ
ケットタイプフィールドと、

PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制
御タイプフィールドと、

OAM内容が記録されるOAM内容フィールドと、

前記OAMフレームのエラー点検のためにCRC情報が
記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを特
徴とするフレーム構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、受動光加入者網(p
assive optical network)システムに係り、特に、ギガ
ビットイーサネット(登録商標)受動光加入者網(GE
-PON)システムにおける動作具現方法及びそのイー
サネット(登録商標)フレームの構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、電話局からビルディング及び一
般家庭までの加入者網の構成のために、xDSL(x-Dig
ital Subscriber Line)、HFC(Hybrid Fiber Coax)、
FTTB(Fiber To The Building)、FTTC(Fiber To
The Curb)、FTTH(Fiber To The Home)などの各種
の網構造が提示されている。このような網構造のうち、
FTTx(x=B, C, H)の具現は能動型光加入者網(Act
ive Optical Network:AON)構成による能動型FTT
xと、受動型光加入者網(Passive Optical Network:P
ON)構成による受動型FTTxとに分けられる。PO
Nは受動素子による点对多点(point-to-multipoint)の
トポロジー(topology)を有する網構造により、今後、経
済性のある光加入者網具現方法として提案されている。

【0003】 PONは一つの光線路終端装置(Optical L
ine Termination:OLT)と複数の光加入者網装置(Opti
cal Network Unit:ONU)を“1×N”の受動型光分配
器(passive optical splitter)を用いて連結すること
により、ツリー構造の分散トポロジーを形成する光加入者
網構造である。最近、ITU-T(International Telec
ommunication Union-Telecommunication section)で

は、点对多点方式の非同期伝送モード受動型光加入者
網(Asynchronous Transfer Mode-Passive Optical Netw
ork:ATM-PON)システムに対する標準化内容をI
TU-T G. 982、ITU-T G. 983.1、ITU-T
G. 983.3として文書化した。さらに、IEEE(Institu
te of Electrical and Electronics Engineers)802.3ah
TFでは、点对多点方式に基づくGE-PONシステ
ムの標準化作業が行われている。

【0004】 現に、点对点方式のギガビットイーサネット
(登録商標)及び点对多点方式のATM-PON用の
MAC(Medium Access Control)技術は既に標準化され
ており、その内容はIEEE 802.3z及びITU-T
G. 983.1に開示されている。ATM-PONにおけるM
AC技術の一例としては、Ghaibehなどによる1999
年11月2日付けの“PROTOCOL FOR DATA COMMUNICATIO
N OVER A POINT-TO-MULTIPOINT PASSIVE OPTICAL NETWO
RK”の発明の名称を有する米国特許第5, 973, 37
4号に詳細に開示されている。

【0005】 標準化済みの通常の点对点方式によるギガ
ビットイーサネット(登録商標)標準フレーム構造を図
1に示す。また、標準化済みの通常のATM-PONシ
ステムの概略的な構成を図2に示す。標準化済みの点对
点方式のギガビットイーサネット(登録商標)では、点
対多点方式のPONシステムが要求する機能については
定義していない。点对多点方式のPON形態としては、
上述したように、ATM-PONが初めて開発されて標
準化された。

【0006】 標準化済みのATM-PONシステムは、
図2に示したように、ツリー構造のルートに位置し、ア
クセス網の各加入者に情報を提供するために主位的な役
割をする一つのOLT10を含む。OLT10にはツリ
ーポロジ構造を有するODN(Optical Distributio
n Network)16が接続される。ODN16はOLT10
から伝送される下向き(Downstream)データフレームを分
配し、逆に上向き(Upstream)データフレームを多重化し
てOLT10へ伝送する。複数のONU12a, 12
b, 12cは下向きデータフレームを受信して終端使用
者(TERMINATION USER)14a, 14b, 14cに提供
し、それらから出力されるデータを上向きデータフレー
ムとしてODN16へ伝送する。図2において、終端使
用者14a, 14b, 14cはNT(Network Terminal)
を含むPONで使用可能な各種の加入者網終端装置をい
う。

【0007】 図2に示したようなATM-PONシステ
ムは53バイトの一定サイズを有するATMセルをデー
タフレームの形態で下向き又は上向きパケット伝送を行
う。図2に示したツリー構造を有するPON構造におい
て、OLT10は下向きフレーム内に多数のONU12
iの各々に分配される下向きセルを適宜に挿入する。さ
らに、上向き伝送の場合、OLT10はTDM(Time Di

vision Multiplexing)方式に基づいて複数のONU 12 a, 12 b, 12 cから伝送されたデータにアクセスする。この際、OLT 10と複数のONU 12 a, 12 b, 12 cとの間に接続されたODN 16は受動素子である。したがって、OLT 10はレンジング(ranging)アルゴリズムを用いて仮想距離補正を通じ受動素子であるODN 16でのデータ衝突を避けるようにしている。さらに、OLT 10は複数のONU 12 a, 12 b, 12 cに下向きデータを伝送する場合、ONU 12 a, 12 b, 12 cと、秘密保障のための暗号キー及び維持管理補守のためのOAM(Operations, Administration and Maintenance)メッセージをやり取りする。このため、上/下向きフレームには一定の時間間隔でメッセージをやり取りする専用ATMセル又は一般ATMセル内に該当データフィールドが備えられている。

【0008】上述したように、ATM-PONシステムは一定サイズのATMセルを基にして上向き及び下向きフレームを構成し、点对多点(point to multi-point)連結のツリー構造によりパケット上向き伝送に対してはTDM方式を使用する。

【0009】インターネット技術の発達によって加入者側はより大きな帯域幅を要求しており、ATMシステムよりもギガビットイーサネット(登録商標)方式を要求している。すなわち、ATMシステムでは、広帯域幅を得るために、相対的に高価な装置を必要とし、帯域幅の制限も発生する(最高622Mbps)。また、ATMシステムではIP(Internet Protocol)パケットを分割しなければならない。一方、これとは対照的に、ギガビットイーサネット(登録商標)システムでは安価な装置を使用することができ、かつ、広い帯域幅(1Gbps程度)が確保できる終端間(end to end)伝送を提供することができる。したがって、加入者網のPON構造でも、ATM方式ではなくイーサネット(登録商標)方式を要求するようになっている。

【0010】ギガビットイーサネット(登録商標)の場合、点对点方式及び衝突方式のMACプロトコルは既に標準化されてMACコントローラチップが常用化されているが、点对多点方式のGE-PON構造はMACを含めていまだ標準化が進行中である。これにより、GE-PONでは、PON構造で要求する点对多点方式の機能が具体化されず、OLTとONUとのフレームフォーマットも定められていない。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】したがって、本発明の目的は、ギガビットイーサネット(登録商標)受動光加入者網(GE-PON)システムの機能を具現する方法を提供することにある。

【0012】本発明の他の目的は、GE-PONシステムでギガビットイーサネット(登録商標)トラフィックを効率的に収容することのできるフレームフォーマット

構造を提供することにある。

【0013】また、本発明の他の目的は、GE-PONシステムで初期ONU登録、追加ONU登録、レンジング及び動的帯域幅割当てのような機能を具現する方法を提供することにある。

【0014】さらに、本発明の他の目的は、GE-PONシステムでトラフィックの種類によらず、イーサネット(登録商標)、ATMなどのすべての種類のレイヤー2トラフィックを収容することのできるフレームフォーマット構造を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するための本発明の一側面によれば、OLT(Optical Line Termination)、受動素子である光スプリッタからなるODN(Optical Distribution Network)及び複数のONU(Optical Network Unit)を少なくとも備える受動光加入者網(GE-PON: Gigabit Ethernet(登録商標) Passive Optical Network)システムの動作具現方法において、(a)OLTが初期駆動後に周期的に同期信号を複数のONUの各々に伝送して複数のONUの各々が周期的に伝送される同期信号の中の一つに同期を合わせる過程と、(b)同期信号の中の一つに同期を合わせたONUが、グラント(上向きデータ伝送機会割当て)フレームに含まれた初期登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長とを把握し、初期登録要求フレームの伝送時点に他のONUとのデータ衝突を避けるためのランダム遅延以後、初期登録要求フレームをOLTへ伝送する過程と、(c)初期登録要求フレームを受けたOLTが、グラントフレームに与えた初期登録要求フレームの伝送開始時点から予想される予想フレーム到着時間と実際フレーム到着時間との差を計算し、ランダム遅延値を用いてRTT(Round Trip Time)を計算する過程と、(d)RTTの計算後、OLTが、ONUリストにONU登録を要求するONUを登録し、そのONUの各々に対する新たなONU IDを与えた後、この新たなONU ID及びRTTを含む登録応答フレームを、ONU登録を要求するONUへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法を提供する。

【0016】この方法では、登録応答フレームを受けたONUが下向き及び上向き遅延による同期化誤差を登録応答フレームに含まれたRTTを用いて補正する(e)過程をさらに備えるべく、また、同期信号の中の一つに同期を合わせたONUが、グラントフレームに含まれた初期登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長とを把握する前に、グラントタイプフィールドの値が初期登録要求のグラントを示す値に設定されているかを判断する(f)過程をさらに備えるようにすると好ましい。

【0017】初期登録要求フレームには、ONU登録を要求するONUを示すためにイーサネット(登録商標)MAC(Medium Access Control)ハードウェアアドレス

が臨時ONU IDとして含まれているとよい。RTTは、実際フレーム到着時間-予想フレーム到着時間-ランダム遅延値の値であるとおよい。

【0018】本発明の他の側面によれば、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムの動作具現方法において、(a)複数のONUがOLTの同期信号に基づいて同期を合わせ、OLTと複数のONUとがデータを送受信する過程と、(b)複数のONUのうち、新たに駆動された少なくとも一以上のONUが下向き伝送同期信号に同期を合わせる過程と、(c)同期信号に同期を合わせ新たに駆動されたONUが、グラントフレームに含まれた追加登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長さを把握し、追加登録要求フレームの伝送時点に追加登録要求フレームをOLTへ伝送する過程と、(d)追加登録要求フレームを受けたOLTが、グラントフレームに与えた追加登録要求フレームの伝送開始時点から予想される予想フレーム到着時間と実際フレーム到着時間との差を計算し、ランダム遅延値を用いてRTTを計算する過程と、(e)RTTの計算後、OLTが、ONUリストに追加ONU登録を要求するONUを登録し、そのONUの各々に対する新たなONU IDを与えた後、新たなONU ID及びRTTを含む登録応答フレームを、追加ONU登録を要求するONUへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法も提供する。

【0019】この方法では、登録応答フレームを受信したONUが下向き及び上向き遅延による同期化誤差を登録応答フレームに含まれたRTTを用いて補正する(f)過程と、登録応答フレームを受信していないONUが、ランダムバックオフアルゴリズムを用いて自分の追加登録に対する追加登録要求フレームを所定の回数だけ再伝送する(i)過程、追加登録グラントフレームを受ける(ii)過程及び追加登録要求フレームを上向き伝送する(iii)過程を行う(g)過程と、をさらに含むようにすると好ましい。

【0020】また、本発明の他の側面によれば、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムの動作具現方法において、(a)外部変数により発生する誤差を補正するためにOLTが、レンジング機会を有するONU ID、グラント開始時間及びグラント時間長さに関連する情報を含むグラントフレームを複数のONUへ伝送する過程と、(b)グラントフレームを受けたONUが、次のレンジンググラント開始時点にレンジング要求フレームをOLTへ伝送する過程と、(c)レンジング要求フレームを受信したOLTが、グラントフレームに与えたレンジング要求フレームの伝送開始時点から予想される予想到着時間と実際到着時間との差を用いて誤差を計算し、その計算誤差に基づいた誤差補正值を含むレ

レンジング応答フレームをレンジングを要求するONUへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法をも提供する。

【0021】この方法では、グラントフレームを受けたONUがグラントフレームに含まれた誤差補正值を用いて外部変数により発生する誤差に対する精密補正を行う(d)過程をさらに含むようにするとよい。

【0022】さらに、本発明の他の側面によれば、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムの動作具現方法において、(a)帯域割当て要求機会を与えるためにOLTが、登録ONUの個数、帯域割当て要求機会を有するONU ID、周期的レンジング補正值、グラントタイムオフセット及び伝送時間長さに関連する情報を含むグラントフレームを複数のONUへ伝送する過程と、(b)グラントフレームを受けたONUが、次の帯域割当て要求時点に現在の伝送待機バッファサイズに関連する情報を含む帯域割当て要求フレームをOLTへ伝送する過程と、(c)グラントフレームを受けたONUが、帯域割当て要求フレームを伝送した後、伝送時間長さ情報に基づいた伝送時間長さの間に伝送待機中のデータをOLTへ伝送する過程と、を備えてなることを特徴とするGE-PONシステムの動作具現方法も提供する。

【0023】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送される可変長イーサネット

(登録商標)フレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOP(Start Of Packet)フィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、パケットの種類によるPON(Passive Optical Network)ヘッダー内容が記録されるPONヘッダー内容フィールドと、パケットの種類によるパケットデータが記録されるPDU(Packet Data Unit)フィールドと、を備えてなることを特徴とする可変長イーサネット(登録商標)フレームの構造を提案する。

【0024】このパケットの種類には、イーサネット(登録商標)PDUパケット、ATM(Asynchronous Transfer Mode)-PDUパケット及びPON機能收容のためのPON専用パケットが含まれるようにするとよい。

【0025】パケットの種類がイーサネット(登録商標)PDUに該当するPONヘッダー内容フィールドは、空データ(Null Data)フィールドと、OLTが下向きパケットを伝送する場合にパケット受信するONUを示すONU ID及び複数のONUが上向きパケットを伝送する場合にパケット送信するONUを示すONU IDが記録されるONU IDフィールドと、イーサネット(登録商標)PDU長さヘッダー長さとを含む全

体長さ情報が記録される長さフィールドと、イーサネット（登録商標）PDUを除いたヘッダーエラー点検情報が記録されるHCS（Head Check Sum）フィールドと、を含むとよい。

【0026】パケットの種類がATM-PDUに該当するPONヘッダー内容フィールドは、空データフィールドと、OLTが下向きパケットを伝送する場合にパケット受信するONUを示すONU ID及び複数のONUが上向きパケットを伝送する場合にパケット送信するONUを示すONU IDが記録されるONU IDフィールドと、ATM-PDU長さとヘッダー長さとを含む全体長さ情報が記録される長さフィールドと、ATM-PDUを除いたヘッダーエラー点検情報が記録されるHCSフィールドと、を含むとよい。

【0027】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送されるPON（Passive Optical Network）機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、ONU登録要求のための登録要求フレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、ONU登録要求時の臨時ONU IDが記録される臨時ONU IDフィールドと、ONU登録要求パケット間の衝突を避けるためにランダム遅延情報が記録されるランダム遅延フィールドと、登録要求フレームのエラー点検のためにCRC（Cyclic Redundancy Check）情報が記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造を提案する。

【0028】このフレーム構造における臨時ONU IDはイーサネット（登録商標）MACハードウェアアドレスを有するとよい。また、ランダム遅延フィールドのランダム遅延情報が追加登録要求時には空データ値となるようにすると好ましい。

【0029】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、ONU登録要求のための登録要求フレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、ONU登録要求時の臨時ONU IDが記録される臨時ONU IDフィールドと、OLTにより新たに与えられたONU IDが記録される登録ONU IDフィールドと、OLTと複数のONUの中に対応ONUとのRTTが記録さ

れるRTTフィールドと、登録応答フレームのエラー点検のためにCRC情報が記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造をも提案する。

【0030】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、レンジング要求のためのレンジング要求フレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、レンジングを要求するONU IDが記録されるONU IDフィールドと、レンジング要求フレームのエラー点検のためにCRC情報が記録されるHCSフィールドとを備えてなることを特徴とするフレーム構造をも提案する。

【0031】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、レンジング応答のためのレンジング応答フレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、レンジングを要求するONU IDが記録されるONU IDフィールドと、レンジング後の誤差補正値が記録される誤差補正値フィールドと、レンジング応答フレームのエラー点検のためにCRC情報が記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造をも提案する。

【0032】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、帯域割当て要求のための帯域割当て要求フレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、帯域割当てを要求するONU IDが記録されるONU IDフィールドと、帯域割当てを要求するONUの現在伝送待機中のバッファのサイズを示す情報が記録されるキュー（Queue）長さフィールドと、帯域割当て要求フレームのエラー点検のためにCRC情報が記録されるHCS

Sフィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造をも提案する。

【0033】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、対応ONUへ上向きデータを伝送する機会を与えるためのグラントフレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、OLTが上向きデータ伝送機会を割当てるONUの個数情報が記録されるフィールドと、グラントフレームを受信するONUのIDが記録されるONU IDフィールドと、グラントタイプ情報が記録されるグラントタイプフィールドと、ONUデータ伝送開始時点情報が記録されるグラントタイムオフセットフィールドと、伝送時間長と情報が記録されるグラントタイム長さフィールドと、周期的レンジング補正值が記録される周期的レンジング補正值フィールドと、グラントフレームのエラー点検のためにCRC情報が記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造をも提案する。

【0034】さらにまた、本発明では、OLT、受動素子である光スプリッタからなるODN及び複数のONUを少なくとも備えるGE-PONシステムで、OLTと複数のONUとの間で伝送されるPON機能実行のためのPON機能制御フレームのうち、維持管理及び補守のためのOAM(Operations, Administration and Maintenance)フレームの構造において、パケットの開始を知らせる情報が記録されるSOPフィールドと、パケットの種類を区別するための情報が記録されるパケットタイプフィールドと、PON機能実行に必要な制御タイプ情報が記録される制御タイプフィールドと、OAM内容が記録されるOAM内容フィールドと、OAMフレームのエラー点検のためにCRC情報が記録されるHCSフィールドと、を備えてなることを特徴とするフレーム構造をも提案する。

【0035】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な一実施例を添付図面に基づき詳細に説明する。下記の説明において、本発明の要旨のみを明確にする目的で、関連した公知機能または構成に関する具体的な説明は省略する。

【0036】図3は本発明の一実施例によるGE-PONシステムの概略的な構成図である。

【0037】図3に示したGE-PONシステムは、OLT 20、受動素子である光スプリッタからなるODN 26、ONU 22a、22b、22c及び終端使用者24a、24b、24cを備えてなる。図3のGE-PON

Nシステムにおける構成要素間の連結構成は、図2のATM-PON構成とほぼ類似している。図3のように構成されたGE-PONシステムは、一つのOLT 20と、最大32個のツリー構造のONUとを備えることができる。最大32個のONUはOLT 20と各ONUとの距離及びパワーバジェット(power budget)に基づいて決められる。ONU 22a、22b、22cはOFDH(Optical Fiber Distribution Housing)にインストールされ、必要によってビルディング及びアパート団地の分配箱や個人住宅の入り口などに設けられADSL(Asynchronous Digital Subscriber Line)のような各種のサービスを提供する機能を備える。OLT 20はバックボーン網(backbone network)からデータを受信してODN 26を通じてONU 22a、22b、22cの各々にデータを分配するか、TDM方式に基づいてONU 22a、22b、22cからのデータにアクセスする。このため、OLT 20は基本的にレイヤ2(layer-2)のMACアドレスに対するスイッチ機能を行い、ONU 22a、22b、22cはレイヤ2、レイヤ3(layer-3)のインターネットプロトコルスイッチ/ルータ(IP switch/router)機能を行うように設計される。

【0038】図3に示したGE-PONシステムは、PON構造で上/下向きデータのQoS(Quality of Service)を保障し、各ONU 22a、22b、22cに対する帯域割当てを適宜一定なレベルで維持する。GE-PONシステムは、ブロードキャスト伝送される下向きデータに対して隣接する他のONU 22j(ここで、jは自然数a、b、cであり、i≠j)が特定のONU 22iのデータを読み取らないように暗号化する動作を行う。さらに、通信上の物理的なエラーが発生する場合も、これをOLT 20とONU 22a、22b、22cとの相互間に伝えるようにするOAM機能と、パケットがODN 26を通過した後、OLT 20から各ONU 22a、22b、22cまでの距離が異なるので、パケット上向き伝送時にODN 26でデータの衝突が発生しないように仮想的にOLT 20とONU 22a、22b、22cとの距離を同一に設定維持するレンジング(ranging)機能とを行う。

【0039】本発明の一実施例によるGE-PONシステムは、図3に示したように、可変長イーサネット(登録商標)フレーム(variable length Ethernet(登録商標) frame)を基にして上向き及び下向きフレームを構成し、点对多点方式の連結ツリー構造に応じて上向き伝送に対してはTDM方式を使用する。また、本発明の一実施例では、GE-PONシステムでギガビットイーサネット(登録商標)トラフィックを効率的に収容する可変長イーサネット(登録商標)フレームフォーマット構造を提示する。このGE-PONシステムは、可変長イーサネット(登録商標)フレームに関連する各種の機能、すなわち、初期ONU登録、追加ONU登録、レンジン

グ及び動的帯域幅割当てなどの機能を具現する。

【0040】まず、可変長イーサネット（登録商標）フレームフォーマット構造について図4乃至図13を参照して詳細に説明する。本発明の一実施例で提示したイーサネット（登録商標）フレームフォーマットの各フィールドの名称及びその配置は、本発明の範囲を逸脱しない範囲内で各種の変形及び変更が可能であることを理解すべきである。

【0041】図4は、本発明の一実施例によるGE-PONシステムにおいて、OLT20とONU22a、22b、22cとの間で送受信されるデータの基本的な形態である可変長イーサネット（登録商標）フレームフォーマットの構成図である。図4を参照すれば、本発明の一実施例による可変長イーサネット（登録商標）フレームは、1バイトのSOP (Start Of Packet) フィールド30、2ビットの packets 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101 102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213 214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250 251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 288 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 325 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362 363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399 400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 437 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 474 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511 512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548 549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 586 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 623 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660 661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697 698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 735 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 772 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999 1000

【0042】本発明の一実施例では、パケットの種類をイーサネット（登録商標）PDU、ATM-PDU及びPON機能収容のためのPON専用に分ける。

【0043】図5は、パケットの種類を区別するためのパケットタイプがイーサネット（登録商標）PDUである場合の具体的なパケットフォーマットの構成図である。図5を参照すれば、パケットタイプがイーサネット（登録商標）PDUである場合のイーサネット（登録商標）データフレームは、SOPフィールド40及びパケットタイプフィールド41を含む。また、イーサネット（登録商標）データフレームは、6ビットの空データ (Null Data) フィールド42、1バイトのONU ID フィールド43、2バイトの長さフィールド44及び2バイトのHCS (HeadCheck Sum) フィールド45から構成されるPONヘッダー内容フィールド34と、イーサネット（登録商標）PDUフィールド46とを含む。図5に示したように、パケットの種類がイーサネット（登録商標）PDUである場合はイーサネット（登録商標）データフレームのパケットタイプフィールド41にパケットタイプが“00”と記録される。さらに、PONヘッダー内容フィールド34のうち、OLT20が下向きパケットを送信する場合はパケットを受信するONUを示すONU IDが図5のONU IDフィールド43に記録され、複数のONU22a、22b、22cが上向き

パケットを送信する場合はパケットを送信するONUを示すONU IDがONU IDフィールド43に記録される。長さフィールド44には、イーサネット（登録商標）PDU長さとヘッダー長さとを含む全体長さ情報が記録される。HCSフィールド45には、イーサネット（登録商標）PDUを除いたヘッダーエラー点検のために1バイトのCRC (Cyclic Redundancy Check) 情報が記録される。

【0044】図6は、パケットの種類を区別するためのパケットタイプがATM-PDUである場合の具体的なパケットフォーマットの構成図である。図6を参照すれば、パケットタイプがATM-PDUである場合のATMデータフレームは、SOPフィールド50及びパケットタイプフィールド51を含む。また、ATMデータフレームは、6ビットの空データフィールド52、1バイトのONU IDフィールド53、2バイトの長さフィールド54及び2バイトのHCSフィールド55から構成されるPONヘッダー内容フィールド34と、ATM-PDUフィールド56とを含む。図6に示したように、パケットの種類がATM-PDUである場合、ATMデータフレームのパケットタイプフィールド51にパケットタイプが“01”と記録される。さらに、PONヘッダー内容フィールド34のうち、OLT20が下向きパケットを送信する場合はパケットを受信するONUを示すONU IDがONU IDフィールド53に記録され、複数のONU22a、22b、22cが上向きパケットを送信する場合はパケットを送信するONUを示すONU IDが図6のONU IDフィールド53に記録される。長さフィールド54には、イーサネット（登録商標）PDU長さとヘッダー長さとを含む全体長さ情報が記録される。HCSフィールド55には、ATM-PDU56を除いたヘッダーエラー点検のために1バイトのCRC情報が記録される。

【0045】本発明の一実施例によってOLT20とONU22a、22b、22cとの点对多点連結方式のPON機能実行に必要なパケットタイプはPON専用パケットである。点对多点方式を支援するための本発明の一実施例によるGE-PONでのPON機能には、初期ONU登録、追加ONU登録、レンジング及び動的帯域幅割当てがある。PON機能実行に必要なパケットは、図7乃至図10に示したように、フレーム(以下、“PON機能制御フレーム”という)フォーマットとして定義され、各PON機能制御フレーム内のパケットタイプフィールド61、71、81、91にはパケットタイプが“11”と記録される。

【0046】次に、PON機能制御フレームについては図7乃至図10を参照して詳細に説明する。図7乃至図10に示したように、PON機能制御フレームには、図5のイーサネット（登録商標）データフレームに存在するイーサネット（登録商標）PDUと図6のATMデー

タフレームに存在するATM-PDUとが含まれていないことを理解すべきである。

【0047】図7は、PON機能制御フレームのうち、ONU登録要求のための登録要求フレームフォーマット(REGISTRATION REQUEST FRAME)の構成図である。図7の登録要求フレームは、ONU 22a, 22b, 22cの一つがOLT 20の承諾を受けてOLT 20に登録を要求するときに使用する上向きパケットである。

【0048】図7を参照すれば、登録要求フレームは、SOPフィールド60、パケットタイプフィールド61、6ビットの制御タイプ(Control Type)フィールド62、6バイトの臨時(Temp)ONU IDフィールド63、3バイトのランダム遅延(Random delay)フィールド64及び2バイトのHCSフィールド65から構成される。図7の登録要求フレームの制御タイプフィールド62には、PON機能実行に必要なパケットの種類を示す6ビットの制御タイプ情報が記録される。本発明の一実施例による登録要求に対応する制御タイプは“2(二進数=000010)”と定義される。したがって、登録要求フレームの制御タイプフィールド62には、制御タイプが“2(二進数=000010)”と記録される。登録要求フレームの臨時ONU IDフィールド63には、登録要求時の臨時ONU IDが記録される。臨時ONU IDは6バイトのイーサネット(登録商標)MACハードウェアアドレスを有する。ランダム遅延フィールド64には、他のパケットとの衝突を避けるための3バイトのランダム遅延情報が記録される。しかし、追加登録要求時にはランダム遅延を使用しないので、ランダム遅延フィールド64には空データ値である“0”が記録される。HCSフィールド65には、登録要求フレームのエラー点検のために2バイトのCRC情報が記録される。

【0049】図8は、PON機能制御フレームのうち、ONU登録応答のための登録応答フレームフォーマット(REGISTRATION RESPONSE FRAME)の構成図である。図8の登録応答フレームは、OLT 20がONU登録をした後、対応するONUに登録結果を知らせるときに使用する下向きパケットである。

【0050】図8を参照すれば、登録応答フレームは、SOPフィールド70、パケットタイプフィールド71、6ビットの制御タイプフィールド72、6バイトの臨時ONU IDフィールド73、1バイトの登録(REGISTRATION)ONU IDフィールド74、3バイトのRTT(Round Trip Time)フィールド75及び2バイトのHCSフィールド76から構成される。図8の登録応答フレームの制御タイプフィールド72には、PON機能実行に必要なパケットの種類を示す6ビットの制御タイプ情報が記録される。本発明の一実施例による登録応答に対応する制御タイプは“3(二進数=000011)”と定義される。これにより、登録応答フレームの制御タイ

プフィールド72には、制御タイプが“3(二進数=000011)”と記録される。登録応答フレームの臨時ONU IDフィールド73には登録要求時の臨時ONU IDが記録され、登録ONU IDフィールド74にはOLT 20により新たに与えられたONU IDが記録される。RTTフィールド75には、OLT 20とONU 22a, 22b, 22cとのRTTが記録される。HCSフィールド76には登録応答フレームのエラー点検のために2バイトのCRC情報が記録される。

【0051】図9は、PON機能制御フレームのうち、レンジング要求のためのレンジング要求フレーム(RANGING REQUEST FRAME)フォーマットの構成図である。図9のレンジング要求フレームは、ONU 22a, 22b, 22cの一つがOLT 20の許可を受けてOLT 20にレンジングを要求するときに使用する上向きパケットである。

【0052】図9を参照すれば、レンジング要求フレームは、SOPフィールド80、パケットタイプフィールド81、6ビットの制御タイプフィールド82、1バイトのONU IDフィールド83及び2バイトのHCSフィールド84から構成される。図9のレンジング要求フレームの制御タイプフィールド82には、PON機能実行に必要なパケットの種類を示す6ビットの制御タイプ情報が記録される。本発明の一実施例によるレンジング要求に対応する制御タイプは“4(二進数=000100)”と定義される。これにより、レンジング要求フレームの制御タイプフィールド82には、制御タイプが“4(二進数=000100)”と記録される。レンジング要求フレームのONU IDフィールド83にはレンジングを要求するONU IDが記録される。HCSフィールド84にはレンジング要求フレームのエラー点検のために2バイトのCRC情報が記録される。

【0053】図10は、PON機能制御フレームのうち、レンジング応答のためのレンジング応答フレーム(RANGING RESPONSE FRAME)フォーマットの構成図である。図10のレンジング応答フレームは、OLT 20が対応するONUにレンジング結果を知らせるときに使用する下向きパケットである。

【0054】図10を参照すれば、レンジング応答フレームは、SOPフィールド90、パケットタイプフィールド91、6ビットの制御タイプフィールド92、1バイトのONU IDフィールド93、3バイトの誤差補正值(ERROR CORRECTION VALUE)フィールド及び2バイトのHCSフィールド95から構成される。図10のレンジング応答フレームの制御タイプフィールド92には、PON機能実行に必要なパケットの種類を示す6ビットの制御タイプ情報が記録される。本発明の一実施例によるレンジング応答に対応する制御タイプは“5(二進数=000101)”と定義される。これにより、レンジング応答フレームの制御タイプフィールド92には、制

御タイプが“5(二進数=000101)”と記録される。レンジング応答フレームのONU IDフィールド93にはレンジング要求ONU IDが記録され、誤差補正值フィールド94にはレンジング後の3バイトの誤差補正值が記録される。HCSフィールド95には、レンジング応答フレームのエラー点検のために2バイトのCRC情報が記録される。

【0055】図11は、PON機能制御フレームのうち、帯域割当て要求のための帯域割当て要求フレーム(BANDWIDTH ALLOCATION REQUEST FRAME)フォーマットの構成図である。図11の帯域割当て要求フレームは、ONU 22a, 22b, 22cの一つがOLT20の許可を受けてOLT20に帯域割当てを要求するときに使用する上向きパケットである。

【0056】図11を参照すれば、帯域割当て要求フレームは、SOPフィールド100、パケットタイプフィールド101、6ビットの制御タイプフィールド102、1バイトのONU IDフィールド103、2バイトのキュー長さ(Queue Length)フィールド104及び2バイトのHCSフィールド105から構成される。図11の帯域割当て要求フレームの制御タイプフィールド102には、PON機能実行に必要なパケットの種類を示す6ビットの制御タイプ情報が記録される。本発明の一実施例による帯域割当て要求に対応する制御タイプは“6(二進数=000110)”と定義される。これにより、帯域割当て要求フレームの制御タイプフィールド102には、制御タイプが“6(二進数=000110)”と記録される。帯域割当て要求フレームのONU IDフィールド103には帯域割当てを要求するONU IDが記録され、キュー長さフィールド104には帯域割当てを要求するONUの現在伝送待機中のバッファサイズ情報が記録される。HCSフィールド105には、帯域割当て要求フレームのエラー点検のために2バイトのCRC情報が記録される。

【0057】図12は、PON機能制御フレームのうち、上向きデータを伝送する機会を与えるための上向きデータ伝送機会割当てフレームフォーマットの構成図である。図12の上向きデータ伝送機会割当て(以下、“グラント(Grant)”と称する)フレーム(Grant Frame)は、OLT20が対応するONUに上向きデータを伝送する機会を与えるときに使用する下向きパケットである。

【0058】図12を参照すれば、グラントフレームは、SOPフィールド110、パケットタイプフィールド111、6ビットの制御タイプフィールド112、1バイトのONU個数(Number of ONUs)フィールド113、1バイトのONU IDフィールド114、1バイトのグラントタイプ(Grant Type)フィールド115、3バイトのグラントタイムオフセット(Grant Time Offset)フィールド116、3バイトのグラントタイム長さ(Grant Time Length)フィールド117、3バイトの周期的レンジング補正值(Periodic ranging correction Value)フィールド118及び2バイトのHCSフィールド119から構成される。グラントフレームのうち、1バイトのONU IDフィールド114、1バイトのグラントタイプフィールド115、3バイトのグラントタイムオフセットフィールド116、3バイトのグラントタイム長さフィールド117及び3バイトの周期的レンジング補正值フィールド118はONU割当て情報(ONU ALLOCATION INFORMATION)108と定義され、グラントフレームにはONU割当て情報108がONUの個数(ONU ALLOCATION INFORMATION * NUMBER OF ONUs)だけ存在する。

【0059】図12のグラントフレームの制御タイプフィールド112には、PON機能実行に必要なパケットの種類を示す6ビットの制御タイプ情報が記録される。本発明の一実施例による上向きデータ伝送機会割当てのための制御タイプは“1(二進数=000001)”と定義される。これにより、グラントフレームの制御タイプフィールド112には、制御タイプが“1(二進数=000001)”と記録される。グラントフレームのONU個数フィールド113には、OLT20が上向きデータ伝送機会割当てを行うONU個数情報が記録される。ONU個数情報はグラントフレームを受信するONUがパケット長さを求めるのに用いる。ONU IDフィールド114にはグラントフレームを受信するONU IDが記録され、グラントタイプフィールド115にはグラントタイプ情報が記録される。本発明の一実施例によれば、グラントタイプは、初期登録要求(INITIAL REGISTRATION REQUEST)が“1(00000001)”、追加登録要求(LATE REGISTRATION REQUEST)が“2(00000010)”、レンジング要求(RANGING REQUEST)が“3(00000011)”、帯域割当て要求(BANDWIDTH ALLOCATION REQUEST)が“4(00000100)”及びデータ要求(DATA REQUEST)が“5(00000101)”として定義される。グラントタイムオフセットフィールド116にはONUデータ伝送開始時点情報が記録され、グラントタイム長さフィールド117には伝送時間長さ情報が記録される。周期的レンジング補正值フィールド118には周期的レンジング補正值が記録され、HCSフィールド119にはグラントフレームのエラー点検のために2バイトのCRC情報が記録される。

【0060】図13はPON機能制御フレームのうち、維持管理及び補守のためのOAMフレームフォーマットの構成図であり、OAMフレームはOLT20とONU 22a, 22b, 22cとの通信を可能にするパケットである。

【0061】図13を参照すれば、OAMフレームは、SOPフィールド120、パケットタイプフィールド121、6ビットの制御タイプフィールド122、OAM

内容(Content)フィールド123及び2バイトのHCSフィールド124から構成される。図13のOAMフレームの制御タイプフィールド122には、PON機能実行に必要なパケットの種類を示す6ビットの制御タイプ情報が記録される。本発明の一実施例による維持管理及び補守のための制御タイプは“7(二進数=000111)”と定義される。これにより、OAMフレームの制御タイプフィールド122には、制御タイプが“7(二進数=000111)”と記録される。OAM内容フィールド123にはOAM内容が記録され、HCSフィールド124にはOAMフレームのエラー点検のために2

【0062】本発明の一実施例では、上述したような可変長イーサネット(登録商標)フレームに関連するGE-PON機能、すなわち、初期ONU登録、追加ONU登録、レンジング及び動的帯域幅割当てなどの過程を行う。

【0063】図14は初期ONU登録過程を説明するための図であり、図15は上向き及び下向き伝送遅延に対する同期化誤差をラウンドトリップタイム(RTT)を用いて補正することを説明するための図である。図16は追加ONU登録過程を説明するための図であり、図17は初期レンジング過程を説明するための図である。図18は動的帯域幅割当て過程を説明するための図である。

【0064】図14乃至図18に示した同期信号“sync”はOLT20とONU22a, 22b, 22cとの間のサイクル周期(cycle period)を合わせるための信号であり、OLT20から周期的に下向き伝送される。本発明の一実施例による同期信号“sync”間のサイクル周期は好ましくは2msecである。2msecをサイクル周期とするのは、サイクル周期を短くすると2msecのサイクル周期に比べてオーバーヘッドの占有比率が大きくなり、サイクル周期を長くすると複数のONUの各々のアクセス時間間隔が長くなってQoS及びOAM機能を適宜に実行することができないからである。したがって、同期信号“sync”間のサイクル周期はオーバーヘッド対QoSのトレードオフ(trade off)により設定される。本発明の一実施例では、同期信号“sync”を具体的なフレームフォーマットで定義していないが、特定のビットパターンを有するフレーム形態で具現することができる。

【0065】初期ONU登録過程

【0066】まず、本発明の好ましい一実施例による初期ONU登録過程を図14に基づき詳細に説明する。

【0067】図14を参照すれば、OLT20は、初期駆動の後、周期的に(例えば、2msec)同期信号“sync”を複数のONU22i, 22jに伝送する。複数のONU22i, 22j(ここで、i, jは自然数a, b, cであり、i≠j)はOLT20により周期的に伝送される同期信号“sync”の一つに応答してOLT20と同期

を合わせる。その後、ONU22i, 22jはグラントフレームを待つ。ONU22i, 22jは、図12のグラントフレームのうち、グラントタイプフィールド115の値が初期登録要求のグラントを示す“1(00000001)”に設定されているかをチェックする。仮に、グラントタイプフィールド115の値が初期登録要求のグラントを示す“1(00000001)”に設定されていると、グラントタイムオフセットフィールド116及びグラントタイム長さフィールド117にそれぞれ記録されている初期登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長とを把握する。その後、初期登録要求フレームの伝送時点に初期登録を要求する他のONUとのデータ衝突を避けるためにランダム遅延以後に登録要求フレームを図7に示した初期登録要求フレームとしてOLT20へ伝送する(Registration Request transmission)。初期登録要求フレームを伝送する場合、ONU22i又は22jは初期登録要求フレームを伝送したONUがどのONUであるかを示すために、6バイトのイーサネット(登録商標)MACハードウェアアドレスを臨時ONU IDとして図7の臨時ONU IDフィールド63に記録する。さらに、ONU22i又は22jはRTTの計算に必要な3バイトのランダム遅延値RD(x)(xはi又はj)を図7のランダム遅延フィールド64に記録する。

【0068】登録要求を受けたOLT20は、グラントフレームに与えた初期登録要求フレームの伝送開始時点から予想される予想フレーム到着時間t1と実際到着時間t2との差を計算し、対応ONUが初期登録要求フレームのランダム遅延フィールド64に記録したランダム遅延値RD(x)(xはi又はj)(Random Delay generated at each ONU)を用いてRTTを計算する。このRTTは下向き遅延(Down-stream Delay: DD)と上向き遅延(Up-stream Delay: UD)とからなる。RTTは、実際フレーム到着時間t2-予想フレーム到着時間t1-ランダム遅延値RD(x)の値となる。RTTの計算後、OLT20はONUリストにONU登録を要求したONU22i, 22jを登録した後、そのONU22i, 22jに対する新たなONU IDを与える。OLT20は、図8の登録応答フレームの臨時ONU IDフィールド73に臨時ONU ID、すなわち、ONU登録要求時のONUにより設定されたイーサネット(登録商標)MACハードウェアアドレスを記録し、登録ONU IDフィールド74に新たに与えたONU IDを記録する。さらに、OLT20は、RTTフィールド75に上向き及び下向き伝送RTT補正のために使用される計算済みのRTTを記録し、HCS(Head Check Sum)フィールド65には登録応答フレームのエラー点検のために2バイトのCRC情報を記録する。

【0069】その後、OLT20は新たに与えたONU ID及びRTTなどを含む図8の登録応答フレームを

該当ONU 22x (xはi又はj)へ伝送する。該当ONU 22xが図8の登録応答フレームを受信すると、図15に示したように、上向き及び下向き遅延UD、DDによる同期化誤差をOLT 20から受信したRTTを用いて補正する(CORRECTION USING RTT FROM OLT)。ONU 22xは同期信号受信時点を、RTTだけ減算した以前の時点として処理し同期化誤差を補正する。

【0070】OLT 20は一定の周期(例えば、数十回)にかけて初期登録グラントフレームを続けて送信し、すべてのONU 22i、22jは初期登録するのに十分な機会を有する。しかし、ONUが初期登録過程を通じて登録をしない場合は、次の追加登録過程を用いてONU登録を行うことができる。

【0071】追加ONU登録過程

【0072】次に、本発明の好ましい一実施例による追加ONU登録過程を図16に基づき詳細に説明する。追加ONU登録過程とは、既存のOLT 20とONU 22a、22b、22cとの通信中に新たなONUに追加登録機会を与える過程をいう。

【0073】図16を参照すれば、OLT 20は周期的に同期信号“sync”と図12のグラント情報とを送信する。既存のONU 22mは下向きグラント情報を受信して上向き情報(実際の加入者データ)を送信する。

【0074】既存のONU 22m以外の新たなONU 22nが駆動すると、新たなONU 22nはOLT 20から周期的に伝送される同期信号“sync”の一つに回答してOLT 20と同期を合わせる。その後、ONU 22nは図12のグラントフレームを待つ。ONU 22nは、図12のグラントフレームに含まれたグラントタイプフィールド115の値をチェックする。仮に、グラントタイプフィールド115の値が追加登録要求のグラントを示す“2(00000010)”に設定されていると、グラントタイムオフセットフィールド116及びグラントタイム長さフィールド117にそれぞれ記録されている追加登録要求フレームの伝送開始時点と伝送時間長さとを把握する。その後、追加登録要求フレームの伝送時点に登録要求フレームを図7の追加登録要求フレームとしてOLT 20に伝送する。追加登録要求フレームを伝送する場合、ONU 22nは追加登録要求フレームを伝送したONUがどのONUであるかを示すために、6バイトのイーサネット(登録商標)MACハードウェアアドレスを臨時ONU IDとして臨時ONU IDフィールド63に記録する。さらに、ONU 22nはランダム遅延値“0”をランダム遅延フィールド64に記録した後、追加登録要求フレームを伝送する。初期登録要求時と異なり、追加登録要求時は新たなONU登録に多くの帯域を割当てることができないので、ランダム遅延値は使用されない。

【0075】仮に、多数のONUが同時に新たに駆動されて追加登録要求フレームの各々を上向き伝送すること

によりフレームの衝突が発生する場合、OLT 20からの登録応答が追加登録を要求するONUへ伝送されない。登録応答フレームを受けないONUは、ランダムバックオフアルゴリズムを用いて自分の追加登録に対する追加登録要求フレームを所定の回数だけ再伝送して追加登録グラントフレームを受けて伝送することにより、フレームの衝突を避ける。追加登録要求フレームを伝送する場合、追加登録要求フレームを伝送したONUがどのONUであるかを示すために、6バイトのイーサネット(登録商標)MACハードウェアアドレスを臨時ONU IDとして臨時ONU IDフィールド63に記録し、3バイトのランダム遅延値をランダム遅延フィールド64に記録する。

【0076】OLT 20が追加登録要求フレームを衝突なしに受信する場合、OLT 20はグラントフレームに与えた追加登録要求フレームの伝送開始時点から予想される予想到着時間t3と実際到着時間t4との差を用いてRTTを計算する。そのRTTは、実際フレーム到着時間t4-予想フレーム到着時間t3の値となる。RTTの計算後、OLT 20はONUリストに追加登録を要求するONUを登録して新たなONU IDを与える。その後、OLT 20は新たなONU IDに含まれた登録応答フレームを追加登録を要求するONU 22nへ伝送する。OLT 20は臨時ONU ID、すなわち、追加登録を要求するONU 22nにより設定されたイーサネット(登録商標)MACハードウェアアドレスを図8の登録応答フレームの6バイトの臨時ONU IDフィールド73に記録して、追加登録を要求するONU 22nが登録応答フレームを受けようとする。さらに、OLT 20は登録ONU IDフィールド74に新たなONU IDを記録し、上向き及び下向き伝送RTTを補正するために3バイトのRTTフィールド75にRTTを記録する。

【0077】追加登録を要求するONU 22nが図8の登録応答フレームを受けると、図15に示したように、上向き及び下向き遅延UD、DDによる同期化誤差をOLT 20から受けたRTTを用いて補正する。

【0078】初期レンジング過程

【0079】次に、本発明の好ましい一実施例による初期レンジング過程を図17に基づき詳細に説明する。

【0080】OLT 20は初期ONU登録及び追加ONU登録過程により登録されたONUに対して初期レンジング機会を与える。OLT 20及び複数のONU 22a、22b、22cはONU登録過程により上向き及び下向き遅延による同期化誤差を補正するが、他の外部変数による誤差については精密な補正がなされていない。外部変数により発生する誤差を補正するために、OLT 20は図12のグラントフレームのONU IDフィールド114にレンジングの機会を有するONUを示す1バイトのONU IDを記録し、グラントタイプをレン

ジング“3(00000011)”としてグラントタイプフィールド115に記録する。OLT20は周期的レンジング補正値を“0”として周期的レンジング補正値フィールド118に記録する。さらに、OLT20はグラントタイムオフセットフィールド116に3バイトのグラント開始時点を記録し、グラントタイム長さフィールド117に3バイトのグラントタイム長さを記録する。OLT20はこのように記録されたグラントフレームを下向き伝送する。

【0081】レンジング要求に対する上向き伝送機会を有するONUは、次のレンジンググラント開始時点にレンジング要求フレームの上向き伝送を行う。

【0082】レンジング要求フレームを受信したOLT20は、グラントフレームに与えたレンジング要求フレームの伝送開始時点から予想される予想フレーム到着時間と実際フレーム到着時点との差を用いて誤差(error)を計算する。その後、OLT20は、図10のレンジング応答フレームの誤差補正値フィールド94に計算誤差を3バイトの誤差補正値として記録し、誤差補正値を含むレンジング応答フレームを下向き伝送する。したがって、該当ONUが図10のレンジング応答フレームを受信すると、誤差補正値フィールド94に記録された誤差補正値を用いて外部変数により発生する誤差に対して精密補正を行う。

【0083】初期レンジングの後、OLTは周期的誤差補正に対しては追加動的レンジング機会を与えない。但し、図18を参照して後述する動的帯域割当て過程で周期的に発生する図11の上向き帯域割当て要求フレームの到着時間差を用いて誤差を求め、次のグラントフレームの周期的レンジング補正値フィールド118に3バイトの周期的レンジング補正値を記録して下向き伝送する。

【0084】動的帯域幅割当て過程

【0085】本発明の好ましい一実施例による動的帯域幅割当て過程を図18に参照して詳細に説明する。

【0086】OLT20は登録された複数のONU22a, 22b, 22cの各々に図12のグラントフレームを伝送して帯域割当て要求機会を与える。OLT20は、図12のグラントフレームのONU個数フィールド113にONU個数を記録し、1バイトのONU IDフィールド114に帯域割当て要求機会を有するONUのIDを記録する。OLT20は、1バイトのグラントタイプフィールド115に帯域割当て要求のグラントを示す“4(00000100)”を記録し、3バイトの周期的レンジング補正値フィールド118に周期的レンジング補正値を記録する。さらに、OLTは3バイトのグラントタイムオフセットフィールド116にグラントタイムオフセットを、グラントタイム長さフィールド117にはOLT20のスケジューラ(Scheduler)によりスケジューリングされた伝送時間長さ情報を記録する。ス

ケジューラはONUから提供された伝送待機中のバッファサイズに基づいてスケジューリングし各ONUの伝送時間長さを計算する。

【0087】OLT20は上述したような情報を有する図12のグラントフレームを複数のONU22a, 22b, 22cへ伝送し、複数のONU22a, 22b, 22cは帯域割当て要求機会を有する。

【0088】帯域割当て要求上向き伝送機会を有するONUは、次の帯域割当て要求時点に図11の帯域割当て要求フレーム(BW_Request)の2バイトのキュー長さフィールド104に現在の伝送待機中のバッファサイズを記録して帯域割当て要求フレーム(BW_Request)を上向き伝送する。その後、ONUはスケジューリングされた伝送時間長さ情報に基づいて伝送時間長さの間、伝送待機中のデータを伝送する。

【0089】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、GE-PON構造でギガビットイーサネット(登録商標)トラフィックを効率的に収容することのできるフレームフォーマットを提供し、GE-PONシステムに必要な初期ONU登録、追加ONU登録、レンジング及び動的帯域幅割当てのような各種の機能を具現する方法を提供することができるようになる。

【0090】以上、具体的な一実施例を参照して説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、各種の変形が本発明の特許請求の範囲を逸脱しない限り、該当技術分野における通常の知識をもつ者により可能なのは明らかである。

【図面の簡単な説明】

【図1】ギガビットイーサネット(登録商標)の標準フレーム構成図。

【図2】ATM-PONシステムの構成図。

【図3】本発明の一実施例によるGE-PONシステムの構成図。

【図4】本発明の一実施例によりGE-PONシステムにおけるOLTとONUとの間で送受信されるデータの基本的な形態である可変長イーサネット(登録商標)フレームの構成図。

【図5】パケットの種類を区別するためのパケットタイプがイーサネット(登録商標)PDUである場合の具体的なパケットフォーマットの構成図。

【図6】パケットの種類を区別するためのパケットタイプがATM-PDUである場合の具体的なパケットフォーマットの構成図。

【図7】PON機能制御フレームのうち、ONU登録要求のための登録要求フレームフォーマットの構成図。

【図8】PON機能制御フレームのうち、ONU登録応答のための登録応答フレームフォーマットの構成図。

【図9】PON機能制御フレームのうち、レンジング要求のためのレンジング要求フレームフォーマットの構成

【図14】初期ONU登録過程を説明するための図。

【図15】上向き及び下向き伝送遅延に対する同期化誤差をラウンジトリップタイムを用いて補正することを説明するための図。

【図16】追加ONU登録過程を説明するための図。

【図17】初期レンジング過程を説明するための図。

【図 18】動的帯域幅割当て過程を説明するための図。

【符号の説明】

10 26 ODN

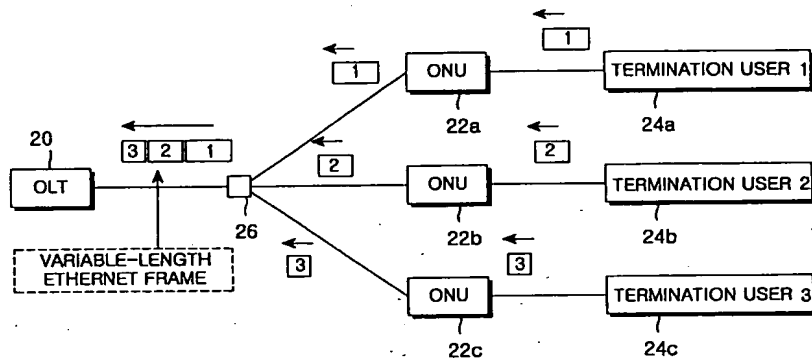
24 a ~ c 終端使用者

10

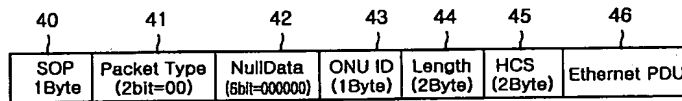
【図 2】



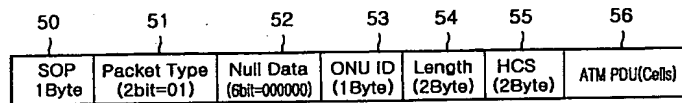
【図 3】



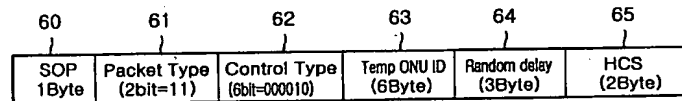
【図 5】



【図 6】

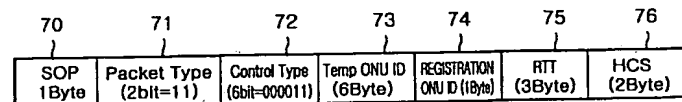


【図 7】



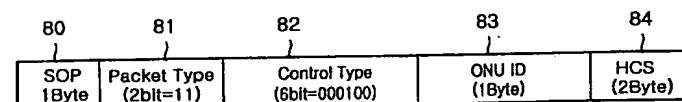
REGISTRATION REQUEST FRAME

【図 8】



REGISTRATION RESPONSE FRAME

【図 9】



RANGING REQUEST FRAME

90	91	92	93	94	95
SOP (1Byte)	Packet Type (2bit=11)	Control Type (6bit=000101)	ONU ID (1Byte)	ERROR CORRECTION VALUE (3Byte)	HCS (2Byte)

RANGING RESPONSE FRAME

100	101	102	103	104	105
SOP (1Byte)	Packet Type (2bit=11)	Control Type (6bit=000110)	ONU ID (1Byte)	Queue Length (2Byte)	HCS (2Byte)

BANDWIDTH ALLOCATION REQUEST FRAME

ONU ALLOCATION INFORMATION * NUMBER OF ONUs

ONU ALLOCATION INFORMATION (108)

110 111 112 113 114 115 116 117 118 119

SOP (1byte)	Packet Type (2bit=11)	Control Type (6bit=000001)	Number of ONUs (1byte)	ONU ID (1byte)	Grant Type (1byte)	Grant Time Offset (3byte)	Grant Time Length (3byte)	Periodic ranging correction Value (3byte)	HCS (2byte)
----------------	--------------------------	-------------------------------	---------------------------	-------------------	-----------------------	------------------------------	------------------------------	--	----------------

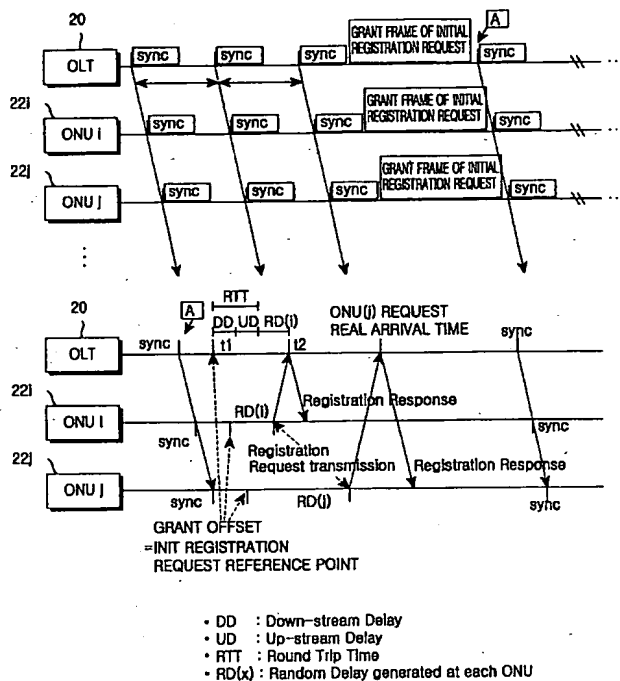
GRANT FRAME

120	121	122	123	124
SOP 1Byte	Packet Type (2bit=00)	Control Type (6bit=000111)	OAM Content	HCS (2Byte)

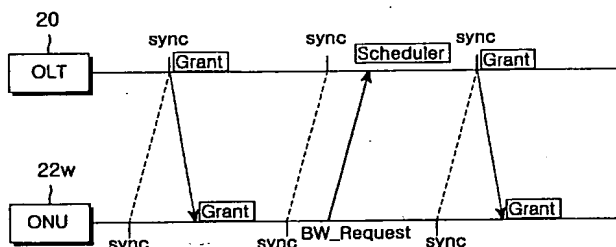
The diagram shows the timing relationship between an OLT (20) and an ONU (22x). Two synchronization points, labeled 'sync', are shown on the OLT line. The first sync point is followed by a dashed line to the ONU, which then receives a solid line labeled 'CORRECTION USING RIT FROM OLT'. Below this, a horizontal bar indicates the 'RIT' (Round Trip Time) interval, which is further divided into 'DD' (Downstream Delay) and 'UD' (Upstream Delay) components. A second sync point is shown on the OLT line, followed by a dashed line to the ONU, which then receives a solid line labeled 'sync'.

The diagram shows the timing of the registration process between an OLT (labeled 20) and an ONU (labeled 22y). The OLT timeline includes a 'sync' event, a 'Grant' message, and a 'sync' event. The ONU timeline includes a 'sync' event, a 'Grant' message, and a 'sync' event. A 'Registration Response' message is sent from the ONU to the OLT. The 'PREDICTED ARRIVAL TIME' is indicated by a dashed line, and the 'REAL ARRIVAL TIME' is indicated by a solid line. An 'ERROR VALUE' is shown as the difference between the predicted and real arrival times.

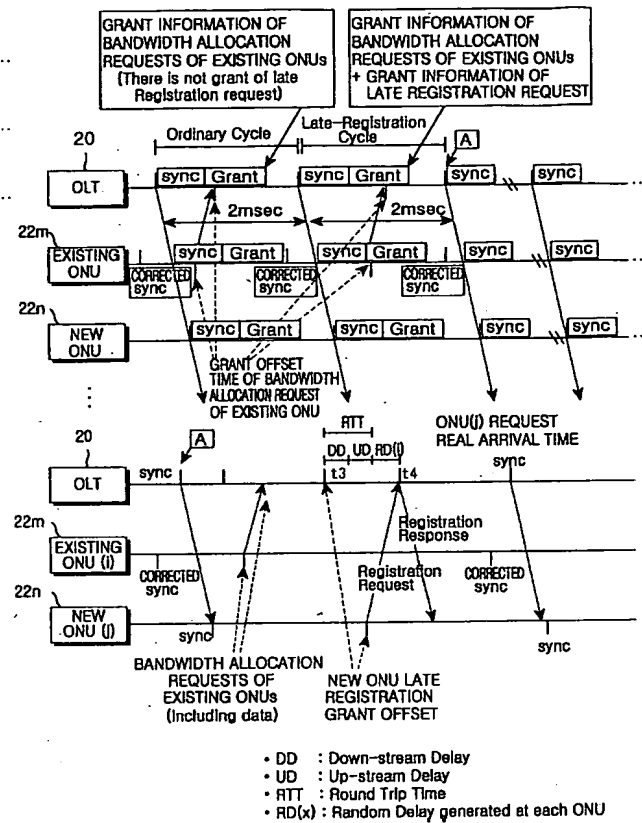
【図 14】



【図 18】



【図 16】



フロントページの続き

(72) 発明者 元 信喜

大韓民国ソウル特別市江南区道谷洞960番
地

(72) 発明者 成 煥珍

大韓民国京畿道水原市八達区蠶通洞1024番
地 4 號

(72) 発明者 張 順鎬

大韓民国京畿道城南市盆唐区亭子洞ヌティ
マウル住公アパート404棟404號

(72) 発明者 金 洙亨

大韓民国京畿道城南市盆唐区藪内洞金壺ア
パート103棟1001號

(72) 発明者 崔 道仁

大韓民国ソウル特別市江南区道谷洞955番
地F ターム(参考) 5K033 CB06 CB15 DA15 DB02 DB16
DB22